

04.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

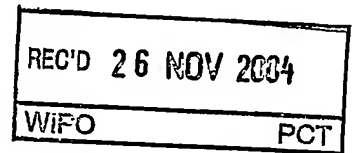
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 2月24日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-048148
[ST. 10/C]: [JP2004-048148]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社フジクラ

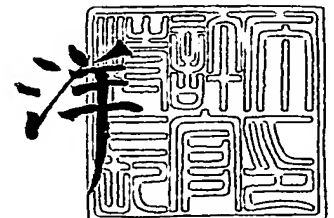


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 20040034
【提出日】 平成16年 2月24日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01R 31/12
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都江東区木場 1 - 5 - 1 株式会社フジクラ内
 【氏名】 新元 孝
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 浦辺 裕二
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 室伏 辰也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都江東区木場 1 - 5 - 1 株式会社フジクラ内
 【氏名】 小川 達也
【特許出願人】
 【識別番号】 000005186
 【氏名又は名称】 株式会社 フジクラ
【代理人】
 【識別番号】 100083806
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 秀和
 【電話番号】 03-3504-3075
【選任した代理人】
 【識別番号】 100068342
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 保男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100712
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100929
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川又 澄雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101247
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 俊一
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-362135
 【出願日】 平成15年10月22日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001982
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	特許請求の範囲	1
【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】	9703890	

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有し、被測定線に流れる電流を検出する電流検出器と、

前記電流検出器により検出された電流に基づく電流信号から低周波成分を除去する第1ハイパスフィルタと、

前記第1ハイパスフィルタからの電流信号から高周波成分を除去するローパスフィルタと、

前記ローパスフィルタからの電流信号を所定のレベルまで増幅する増幅器と、

前記増幅器で増幅された電流信号から前記被測定線で発生した部分放電による放電電流の周波数成分を抽出する第2ハイパスフィルタと、

前記第2ハイパスフィルタで抽出された電流信号に基づいて前記被測定線の部分放電の有無を判定する放電判定部と、
を備えることを特徴とする絶縁劣化診断装置。

【請求項 2】

前記電流検出器は、

前記被測定線が挿通されるコアに出力巻線が巻回され、前記出力巻線に流れる電流を検出する変流器であって、商用周波数において -60 dB 以下に減衰し且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有する変流器から構成されることを特徴とする請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項 3】

前記電流検出器は、

前記被測定線が挿通されたコアに出力巻線及び3次巻線が巻回され、前記出力巻線に流れる電流を検出する変流器と、

前記増幅器からの電流信号を増幅し前記出力巻線の出力の所定の周波数成分を打ち消すように増幅された電流信号を前記3次巻線に出力する打消増幅器とを備え、

商用周波数において -60 dB 以下に減衰し且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有するように形成されていることを特徴とする請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項 4】

前記第2ハイパスフィルタは、遮断周波数が $100\text{ kHz} \sim 200\text{ kHz}$ であり且つスロープ特性が -18 dB/oct 以下である周波数特性を有することを特徴とする請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項 5】

前記第2ハイパスフィルタの出力を反転させて遅延させる遅延回路を更に備え、

前記遅延回路の出力と前記第2ハイパスフィルタの出力とが合成された信号が前記放電判定部に送られることを特徴とする請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項 6】

前記放電判定部は、

前記第2ハイパスフィルタからの信号の振幅のピークから次のピークまでの絶対値が、外部から設定された範囲内にあるときに部分放電が発生したことを検出する請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項 7】

前記放電判定部は、

前記第2ハイパスフィルタからの信号の最初のピークから最後のピークまでの時間が、所定時間以下であるときに部分放電が発生したことを検出する請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項 8】

前記電流検出器は、少なくとも3つの被測定線の各々に設けられ、前記放電判定部は、

前記電流検出器に対応して設けられ、

更に、各放電判定部からの電流信号を入力する電流方向判定部を備え、

前記電流方向判定部は、少なくとも3つの電流信号のうち1つの電流信号の方向が他の電流信号の方向と逆である場合に、当該1つの電流信号に対応する被測定線に部分放電が発生したことを判定することを特徴とする請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【請求項9】

商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有し、前記被測定線に接続された他の線に流れる電流を検出する第2電流検出器と、

前記第2電流検出器により検出された電流に基づく電流信号から低周波成分を除去する第3ハイパスフィルタと、

前記第3ハイパスフィルタからの電流信号から高周波成分を除去する第2ローパスフィルタと、

前記第2ローパスフィルタからの電流信号を所定のレベルまで増幅する第2増幅器と、

前記第2増幅器で増幅された電流信号から前記他の線で発生した電流の周波数成分を抽出する第4ハイパスフィルタと、

前記第2ハイパスフィルタの出力を包絡線検波した第1検波信号と前記第4ハイパスフィルタの出力を包絡線検波した第2検波信号との差をとってノイズを除去するノイズ除去部と、

前記ノイズ除去部でノイズが除去された信号に基づいて前記被測定線の部分放電の有無を判定する第2放電判定部と、

前記放電判定部における判定結果と前記第2放電判定部における判定結果とに基づき前記被測定線の部分放電の有無を最終的に判定する最終放電判定部と、
をさらに備えることを特徴とする請求項1記載の絶縁劣化診断装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】絶縁劣化診断装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、高圧以上の系統に接続された高圧機器（ケーブル等）の絶縁劣化診断装置に関し、特に、高圧機器の接地線に取り付けたクランプ型の変流器により活線状態（運転中）において測定した接地線電流に基づいて高圧機器の部分放電を検出する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電力ケーブルの絶縁劣化を診断する部分放電測定方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。図10はこの部分放電測定方法を説明するための図であり、図10（a）は結線図、図10（b）は図10（a）の等価回路図である。ケーブル104は、中間接続部108により接続され、一方の終端接続部103aは、高周波プロッキングコイル102を介して高電圧電源101に接続され、他方の終端接続部103bは結合コンデンサ105及び検出インピーダンス106に接続されている。検出インピーダンス106の両端には部分放電測定器107が接続されており、検出インピーダンス106の両端に発生する電位差を検出するようになっている。図中の104aはケーブル104の静電容量である。

【0003】

次に、ケーブル104の絶縁体の部分放電を測定するときは、ケーブル104の運転を停止させ、高電圧電源101から試験電圧を印加して部分放電を測定する。このとき、絶縁体から発生した部分放電によって高周波パルスがケーブル104の導体に誘起され、結合コンデンサ105を介して検出インピーダンス106に出力される。この高周波パルスに基づいて検出インピーダンス106の両端に発生するパルス性電圧を部分放電測定器107で検出する。検出されたデータは所定のデータ処理を受け、ケーブル104の絶縁体の劣化診断を行う。

【0004】

部分放電測定器107は、例えば同調式部分放電測定器であり、図示しないが、部分放電パルスを一定の周波数の減衰振動波形として検出する同調検出器と、同調検出器の出力を適当なレベルまで減衰する広帯域減衰器と、広帯域減衰器からの信号を、ラジオ放送帯域を避ける必要から400kHzを中心周波数とする同調周波数で同調させて増幅する同調増幅器と、同調増幅器の出力を検波する検波器等とを備えている。

【0005】

また、特許文献2は、配電用高圧架空ケーブル分岐接続体等の高圧機器の絶縁劣化診断方法を開示している。この絶縁劣化診断方法では、図11に示すように、接続体205によって分岐された引込ケーブル206に取り付けられた分離型の変流器207によって検出された高周波電流信号は、アンプ202により増幅された後、スペクトラムアナライザ203によって測定され、コンピュータ204内のメモリに記憶される。コンピュータ204において、メモリに記憶された高周波電流信号の波形パターンと周波数スペクトラムを調べ、接続体205の部分放電の程度を診断している。

【0006】

特に、部分放電が発生しているときは2～6MHz及び6～10MHzの帯域で大きな周波数スペクトラムが観測されるが、一般的な環境ノイズは2～6MHz及び6～10MHzの帯域のスペクトラムは小さいので、部分放電を容易にノイズと識別できる。

【特許文献1】特公平6-7146号公報（第3図）

【特許文献2】特開2000-2743号公報（第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1記載の部分放電測定方法にあつては、高圧用のケーブルに結合コンデンサを取り付けなければならない、また、活線中（運転中）の高圧機器に対しては部分放電を測定できない。このため、この部分放電測定方法は、製品出荷時の検査又は製品開発における特性評価のみに限定して使用されている。

【0008】

また、特許文献1記載の部分放電測定方法にあつては、検出インピーダンス106で検出した電圧信号から単一の周波数である400kHzの信号を抽出し、400kHzの信号により部分放電を検出しているため、実態に即していない。また、部分放電測定器107は、例えば同調式部分放電測定器であり、回路構成が複雑であった。

【0009】

一方、特許文献2に記載の絶縁劣化診断方法では、活線状態において部分放電を測定できるが、上述したように、2～6MHz及び6～10MHzの帯域で部分放電を検出しているため、実態に即していなかった。

【0010】

また、特許文献2にあつては、高い周波数において部分放電とノイズとを識別するために、スペクトラムアナライザなどの高価な測定器を用いなければならなかった。

【0011】

本発明は、上述した問題を解消するためになされたものであり、その課題は、簡単な構成で且つ安価で精度良く活線状態における高圧機器の部分放電を測定することができる絶縁劣化診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を達成するために、請求項1の発明は、商用周波数において－60dB以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が－5dB/oct以下である周波数特性のフィルタ機能を有し、被測定線に流れる電流を検出する電流検出器と、電流検出器により検出された測定線電流に基づく電流信号から低周波成分を除去する第1ハイパスフィルタと、第1ハイパスフィルタからの電流信号から高周波成分を除去するローパスフィルタと、ローパスフィルタからの電流信号を所定のレベルまで増幅する増幅器と、増幅器で増幅された電流信号から被測定線で発生した部分放電による放電電流の周波数成分を抽出する第2ハイパスフィルタと、第2ハイパスフィルタで抽出された電流信号に基づいて被測定線の部分放電の有無を判定する放電判定部とを備えることを特徴とする。

【0013】

請求項2の発明は、請求項1記載の発明において、電流検出器は、被測定線が挿通されるコアに出力巻線が巻回され、出力巻線に流れる電流を検出する変流器であつて、商用周波数において－60dB以下に減衰し且つスロープ特性が－5dB/oct以下である周波数特性のフィルタ機能を有する変流器から構成されることを特徴とする。

【0014】

請求項3の発明は、請求項1記載の発明において、電流検出器は、被測定線が挿通されたコアに出力巻線及び3次巻線が巻回され、出力巻線に流れる電流を検出する変流器と、増幅器からの電流信号を増幅し出力巻線の出力の所定の周波数成分を打ち消すように増幅された電流信号を3次巻線に出力する打消増幅器とを備え、商用周波数において－60dB以下に減衰し且つスロープ特性が－5dB/oct以下である周波数特性のフィルタ機能を有するように形成されていることを特徴とする。

【0015】

請求項4の発明は、請求項1記載の発明において、第2ハイパスフィルタは、遮断周波数が100kHz～200kHzであり且つスロープ特性が－18dB/oct以下である周波数特性を有することを特徴とする。

【0016】

請求項5の発明は、請求項1記載の発明において、第2ハイパスフィルタの出力を反転させて遅延させる遅延回路を更に備え、遅延回路の出力と第2ハイパスフィルタの出力と

が合成された信号が放電判定部に送られることを特徴とする。

【0017】

請求項6の発明は、請求項1記載の発明において、放電判定部は、第2ハイパスフィルタからの信号の振幅のピークから次のピークまでの絶対値が、外部から設定された範囲内にあるときに部分放電が発生したことを検出することを特徴とする。

【0018】

請求項7の発明は、請求項1記載の発明において、前記放電判定部は、前記第2ハイパスフィルタからの信号の最初のピークから最後のピークまでの時間が、所定時間以下であるときに部分放電が発生したことを検出することを特徴とする。

【0019】

請求項8の発明は、請求項1記載の発明において、前記電流検出器は、少なくとも3つの被測定線の各々に設けられ、前記放電判定部は、前記電流検出器に対応して設けられ、更に、各放電判定部からの電流信号を入力する電流方向判定部を備え、前記電流方向判定部は、少なくとも3つの電流信号のうち1つの電流信号の方向が他の電流信号の方向と逆である場合に、当該1つの電流信号に対応する被測定線に部分放電が発生したことを判定することを特徴とする。

【0020】

請求項9の発明は、請求項1記載の発明において、商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有し、前記被測定線に接続された他の線に流れる電流を検出する第2電流検出器と、前記第2電流検出器により検出された電流に基づく電流信号から低周波成分を除去する第3ハイパスフィルタと、前記第3ハイパスフィルタからの電流信号から高周波成分を除去する第2ローパスフィルタと、前記第2ローパスフィルタからの電流信号を所定のレベルまで増幅する第2増幅器と、前記第2増幅器で増幅された電流信号から前記他の線で発生した電流の周波数成分を抽出する第4ハイパスフィルタと、前記第2ハイパスフィルタの出力を包絡線検波した第1検波信号と前記第4ハイパスフィルタの出力を包絡線検波した第2検波信号との差をとってノイズを除去するノイズ除去部と、前記ノイズ除去部でノイズが除去された信号に基づいて前記被測定線の部分放電の有無を判定する第2放電判定部と、前記放電判定部における判定結果と前記第2放電判定部における判定結果とに基づき前記被測定線の部分放電の有無を最終的に判定する最終放電判定部とをさらに備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

請求項1の発明によれば、電流検出器に、商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を持たせたので、被測定線に流れる商用周波数の充電電流を除去するためのフィルタは不要になり、簡単な構成で且つ安価で精度よく活線状態における被測定線の部分放電を測定できる絶縁劣化診断装置を提供できる。

【0022】

請求項2の発明によれば、電流検出器を、被測定線が挿通されるコアに出力巻線が巻回され、出力巻線に流れる電流を検出する変流器であって、商用周波数において -60 dB 以下に減衰し且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有する変流器から構成したので、被測定線に大きな充電電流が流れることに起因する変流器の磁気飽和を回避することができ、簡単な構成で且つ安価で精度良く活線状態における被測定線の部分放電を測定できる。

【0023】

請求項3の発明によれば、電流検出器は、被測定線が挿通されたコアに出力巻線及び3次巻線が巻回され、出力巻線に流れる電流を検出する変流器と、増幅器からの電流信号を増幅し出力巻線の出力の所定の周波数成分を打ち消すように増幅された電流信号を3次巻線に出力する打消増幅器とを備え、商用周波数において -60 dB 以下に減衰し且つスロ

ープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有するように構成したので、変流器自体は周波数特性を有する必要がない。従って、従来から使用されている周波数特性を有する変流器を用いて被測定線に大きな充電電流が流れることに起因する変流器の磁気飽和を回避することができるので、簡単な構成で且つ安価で精度良く活線状態における被測定線の部分放電を測定できる。

【0024】

請求項4の発明によれば、第2ハイパスフィルタは、遮断周波数が $100\text{ kHz} \sim 200\text{ kHz}$ であり且つスロープ特性が -18 dB/oct 以下である周波数特性を有するので、低周波成分による信号の揺れを排除することができ、活線状態における被測定線の部分放電を精度良く測定できる。

【0025】

請求項5の発明によれば、第2ハイパスフィルタの出力を反転させて遅延させた信号と第2ハイパスフィルタの出力とを合成して放電判定部に送るように構成したので、ノイズとして信号中に出現する大きな振幅の部分は打ち消される。従って、活線状態における被測定線の部分放電に起因する信号を簡単に取り出すことができるので、測定精度を向上させることができる。

【0026】

請求項6の発明によれば、第2ハイパスフィルタからの信号の振幅のピークから次のピークまでの絶対値が、外部から設定された範囲内にあるときに部分放電が発生した旨が判断されるので、被測定線の部分放電に起因する信号でない振幅の大きい信号を容易に除去できる。従って、活線状態における被測定線の部分放電を効率よく測定できる。

【0027】

請求項7の発明によれば、第2ハイパスフィルタからの信号の最初のピークから最後のピークまでの時間が、所定時間以下であるときに部分放電が発生したことが判定されるので、被測定線の部分放電に起因する信号でない信号を容易に除去できる。従って、活線状態における被測定線の部分放電を効率良く測定できる。

【0028】

請求項8の発明によれば、少なくとも3つの被測定線の各々に流れる電流信号のうち1つの電流信号の方向が他の電流信号の方向と逆である場合に、当該1つの電流信号に対応する被測定線に部分放電が発生したことを判定するようにしたので、部分放電が発生した被測定線の特定が容易になる。

【0029】

請求項9の発明によれば、請求項1に係る構成によって部分放電の有無を判定した結果に加え、ノイズ除去部によりノイズを除去しつつ部分放電に起因する波形のみを抽出して部分放電の有無を判定し、この判定結果をも加味して最終的に測定対象に部分放電が発生したかどうかを最終判定するようにしたので、部分放電の有無の判定確度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の絶縁劣化診断装置の実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0031】

まず、本発明者らは、高圧機器の一例である電力ケーブル（以下、単に「ケーブル」と称する）において検出される部分放電の電荷量は約 500 pC 以下であり、約 $10 \sim 200\text{ pC}$ が支配的であって、 $100\text{ kHz} \sim 400\text{ kHz}$ 程度を主な周波数成分とするパルス波形として出現することを見出した。

【0032】

そこで、本発明では、 $100\text{ kHz} \sim 400\text{ kHz}$ 程度を主な周波数成分とするパルス波形のみを抽出することによりノイズを除去し、高調波等の影響を受けることなく部分放電波形をほぼ原波形のまま忠実に取り出して放電電流とノイズとを識別し、ケーブルの絶縁劣化を診断することを特徴とする。

【実施例 1】

【0033】

図 1 は本発明の実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置の構成を示す図である。図 1 において、高圧機器の一例であるケーブル 1 の端部には終端接続部 2 が取り付けられている。ケーブル 1 の終端部の外周上の銅テープ等の遮蔽層には接地線 5 の一端が接続され、接地線 5 の他端は接地されている。接地線 5 は、本発明の被測定線に対応する。この接地線 5 は、例えば I V 線からなり、この I V 線は銅撚り線とこの銅撚り線を取り囲むように配置された 0.8 mm 厚の P V C からなる。

【0034】

接地線 5 はクランプ形の変流器 (C T) 7 a の環状のコア 8 の中空部を貫通するように配置されており、コア 8 には出力巻線 9 a が巻回されている。変流器 7 a は、本発明の電流検出器に対応する。出力巻線 9 a には、接地線 5 に流れる電流に比例した接地線電流が流れる。

【0035】

変流器 7 a は、図 2 の特性線 T 1 にその周波数特性を示すように、商用周波数 (50 Hz 又は 60 Hz) において -60 dB 以下に減衰し、且つスロープ特性が -5 dB/oct (オクターブ) 以下である周波数特性を有し、変流器 7 a 自体が低周波数成分を除去するハイパスフィルタとしての機能を備えている。このため、変流器 7 a は、例えばフェライトコアに出力巻線 (2 次巻線) 9 a が 10 ターン巻回され、出力巻線 9 a の両端には 2 次巻線負荷抵抗 14 (例えば 100 Ω) が接続されている。

【0036】

さらに、絶縁劣化診断装置は、抵抗 13、第 1 増幅器 15、第 1 ハイパスフィルタ (H P F) 17、第 2 増幅器 19、ローパスフィルタ (L P F) 20、第 2 ハイパスフィルタ (H P F) 21、遅延回路 22 及び放電判定部 30 を備えている。

【0037】

第 1 増幅器 15 は、出力巻線 9 a からの電流が抵抗 13 に流れることにより抵抗 13 の両端に発生した電圧を 10 倍程度に増幅する。この第 1 増幅器 15 で増幅することにより得られた信号は第 1 ハイパスフィルタ 17 に送られる。

【0038】

第 1 ハイパスフィルタ 17 は、第 1 増幅器 15 から送られてきた信号から遮断周波数以下の周波数成分を除去する。第 1 ハイパスフィルタ 17 の遮断周波数は、10 kHz 程度である。この第 1 ハイパスフィルタ 17 で低周波成分が除去された信号は、ローパスフィルタ 20 に送られる。

【0039】

ローパスフィルタ 20 は、第 1 ハイパスフィルタ 17 から送られてきた信号から遮断周波数以上の周波数成分を除去する。ローパスフィルタ 20 の遮断周波数は、300 kHz ~ 500 kHz 程度である。このローパスフィルタ 20 で高周波成分が除去された信号は、第 2 増幅器 19 に送られる。第 2 増幅器 19 は、ローパスフィルタ 20 から送られてきた信号を 100 倍程度に増幅する。この第 2 増幅器 19 で増幅された信号は第 2 ハイパスフィルタ 21 に送られる。

【0040】

図 3 は上述したフィルタ機能を有する変流器 7 a、遮断周波数 10 kHz の第 1 ハイパスフィルタ 17 及び遮断周波数 500 kHz のローパスフィルタ 20 を合成してなる第 1 段フィルタの周波数特性を示す図である。

【0041】

第 2 ハイパスフィルタ 21 は、第 2 増幅器 19 から送られてくる信号から遮断周波数以下の周波数成分を除去する。第 2 ハイパスフィルタ 21 の遮断周波数は、100 kHz ~ 200 kHz 程度である。この第 2 ハイパスフィルタ 21 を通過した信号は、放電判定部 30 に送られる。

【0042】

遅延回路 22 は、実施例 1 で必須の構成要素ではなく、オプションである。この遅延回路 22 は、反転増幅器 23 と遅延素子 (DLY) 24 とから構成されており、アクティブフィルタ的効果により部分放電に基づく信号波形を出力する機能を有する。

【0043】

反転増幅器 23 は、第 2 ハイパスフィルタ 21 から送られてくる信号を反転して、遅延素子 24 に送る。遅延素子 24 は、反転増幅器 23 からの信号を微小時間 (例えば、 $0.5 \mu s$) だけ遅延させて出力する。この遅延素子 24 の出力は、第 2 ハイパスフィルタ 21 の出力と合成されて放電判定部 30 に送られる。これにより、第 2 ハイパスフィルタ 21 から送られてくる信号中に存在する大きな振幅のノイズ信号は略打ち消されて波形歪みの少ない信号として放電判定部 30 に送られることになる。

【0044】

図 4 は遮断周波数 100 kHz の第 2 ハイパスフィルタ 21 とアクティブフィルタ的効果を有する遅延回路 22 とを合成してなる第 2 段フィルタの周波数特性を示す図であり、 -18 dB/oct のスロープ特性を有するフィルタが実現されている。

【0045】

放電判定部 30 は、第 2 ハイパスフィルタ 21 から送られてくる信号に基づいてケーブル 1 における部分放電の有無を判定する放電判定処理を実行する。放電判定処理では、第 2 ハイパスフィルタ 21 から送られてくる信号のピーク数、 $p-p$ 時間及び $p-p$ 値を検出し、その信号がケーブル 1 の部分放電に基づく信号であるかどうかを判定する。この放電判定処理の詳細は後述する。この放電判定部 30 は、本発明の放電判定部に対応する。

【0046】

次に、このように構成された実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置の動作を図面を参照しながら説明する。

【0047】

まず、活線状態においてケーブル 1 には充電電流が流れる。この充電電流は、商用周波数 (50 Hz 又は 60 Hz) の電流である。この活線状態においては、接地線 5 には充電電流が流れる。

【0048】

ここで、ケーブル 1 に部分放電が発生すると、接地線 5 には、部分放電による放電電流が充電電流に重畳されて流れる。このため、変流器 7a の出力巻線 9a にも充電電流に放電電流が重畳されて流れる。商用周波数の充電電流は、変流器 7a のフィルタ機能により除去される。従って、変流器 7a からは商用周波数成分等が除去された放電電流が出力される。

【0049】

次に、第 1 増幅器 15 は、変流器 7a の出力巻線 9a からの信号を 10 倍程度に増幅し、第 1 ハイパスフィルタ 17 に送る。第 1 ハイパスフィルタ 17 は、 10 kHz 程度以下の周波数成分を除去し、ローパスフィルタ 20 に送る。ローパスフィルタ 20 は、 500 kHz 程度以上の周波数成分を除去し、第 2 増幅器 19 に送る。第 2 増幅器 19 は、ローパスフィルタ 20 からの信号を 100 倍程度に増幅し、第 2 バイパスフィルタ 21 に送る。この第 2 増幅器 19 から出力される信号 (点 TP1 における信号) の波形の一例を図 5 (a) 及び図 5 (c) に示す。点 TP1 における信号は、図 5 (a), (c) に示すように、数十 kHz の周波数成分を含む。図 5 (c) は、図 5 (a) の一部を、時間スケールを拡大して示している。丸印部分 A で示す波形の上部付近に存在する凹部が部分放電に基づく放電電流の波形である。従って、この放電電流の波形を検出するためには、点 TP1 における信号から数十 kHz の周波数成分を除去する必要がある。

【0050】

ここで、ローパスフィルタ 20 の入力、即ち、部分放電による放電電流の波形をスペクトラムアナライザを用いて周波数分析すると、図 6 に示すような周波数スペクトラムとなる。この周波数スペクトラムからわかるように、部分放電による放電電流の周波数成分は、 $100 \text{ kHz} \sim 400 \text{ kHz}$ 程度である。従って、ローパスフィルタ 20 の遮断周波数

は 500 kHz 程度とすることが好ましいことがわかる。

【0051】

第2ハイパスフィルタ21は、100 kHz 程度以下の周波数成分を除去し、放電判定部30に送る。この第2ハイパスフィルタ21から出力される信号（点TP2における信号）の波形の一例を図5（b）及び図5（d）に示す。点TP2における信号は、図5（b）に示すように、点TP1における信号から数十 kHz の周波数成分が除去された信号である。図5（d）は、図5（b）の一部を、時間スケールを拡大して示している。部分放電に基づく放電電流の波形の前後は略平坦になっている。これにより、後段の放電判定部30における放電判定処理が容易になる。

【0052】

また、必要により第2ハイパスフィルタ21の後に、300 kHz ～ 500 kHz の遮断周波数の第2ローパスフィルタ、更に必要により100 kHz ～ 200 kHz の遮断周波数の第3ハイパスフィルタ及び300 kHz ～ 500 kHz の遮断周波数の第3ローパスフィルタを追加してノイズ除去を行っても良い。

【0053】

放電判定部30は、第2ハイパスフィルタ21から送られてくるアナログ信号を、例えば0.1～0.2 μ s でサンプリングしてデジタル信号に変換する。そして、このサンプリングにより得られたデジタル信号に対して放電判定処理を実行する。

【0054】

放電判定処理に先立って、まず、放電判定部30は、第2ハイパスフィルタ21から送られてくる信号のp-p値（一方の極のピークから次の他方の極のピークまでの絶対値）が、外部から予め設定された上限値と下限値との間に含まれるかどうかを判定する。上限値と下限値との差の絶対値は、例えば20～200 mVである。

【0055】

ここで、第2ハイパスフィルタ21から送られてくる信号が上限値と下限値との間に含まれていないと判定された場合には、ケーブル1の部分放電に起因する信号でないものと認識され、放電判定処理は終了する。

【0056】

一方、第2ハイパスフィルタ21から送られてくる信号が上限値と下限値との間に含まれると判定された場合には、それをトリガとして、放電判定処理が開始される。従って、他のノイズに起因する振幅の大きい信号は、この時点で処理対象から除外されるので、無駄な処理が実行されることはない。その結果、活線状態におけるケーブル1の部分放電を効率良く測定できる。

【0057】

放電判定処理では、まず、放電判定部30は、第2ハイパスフィルタ21から送られてくる信号の最初のピークから最後のピークまでの時間（p-p時間）が所定時間、例えば20 μ s 以下であるかどうかを判定する。ここで、p-p時間が所定時間より大きいと判定された場合には、ケーブル1の部分放電に起因する信号でないものと認識され、放電判定処理は終了する。

【0058】

本発明者らは、ケーブル1の部分放電に基づく放電電流の波形は、幾つかのピークを有し、短時間で収束する振動波形であることを見出した。従って、p-p時間が所定時間より大きい場合は、ノイズに起因する波形であると判断することができる。

【0059】

一方、p-p時間が所定時間以下であると判定された場合には、単位時間内に放電判定処理のトリガがかけられた回数がカウンタでカウントされる。そして、その回数が所定値以上、例えば5回以上の場合には、部分放電が発生した旨が判定され、その旨が外部に出力される。一方、カウンタでカウントされた回数が、所定値未満の場合にはノイズと判定され、放電判定処理は終了する。

【0060】

このように実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置によれば、電流検出器として、商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有する変流器を用いたので、ケーブル 1 に流れる商用周波数の充電電流を除去するためのフィルタは不要になる、

また、従来のような結合コンデンサやスペクトラムアナライザ等が不要になり、また、活線状態において接地線 5 を切断しないで部分放電を測定できる。即ち、簡単な構成で且つ安価で精度良く活線状態におけるケーブル 1 の部分放電を測定することができる。

【0061】

また、ケーブル 1 から検出される部分放電は、 $100\text{ kHz} \sim 400\text{ kHz}$ 程度を主周波数成分とするパルス波形の放電であるので、第 2 ハイパスフィルタ 21 の遮断周波数を 100 kHz 程度とし、ローパスフィルタ 20 の遮断周波数を 500 kHz 程度とすることで、部分放電に基づく信号を取り出し且つノイズ成分を除去できるため、高調波等の影響を受けることなく部分放電の波形をほぼ原波形のまま忠実に取り出すことができる。

【0062】

また、第 2 ハイパスフィルタ 21 から送られてくる信号が上限値と下限値との間に含まれる場合に放電判定処理を開始し、 $p-p$ 時間が例えば $20\text{ }\mu\text{s}$ 以下である場合にのみ部分放電に起因する信号であることを判断するようにしたので、部分放電に基づく電流とノイズに基づく電流とを確実に弁別できる。

【0063】

また、部分放電は一旦発生すると、ある程度の時間持続するため、所定時間（単位時間）に発生した部分放電の回数、つまり放電判定処理がトリガされた回数をカウントすることで、部分放電を開閉サージ等の突発性ノイズと弁別できる。

【0064】

また、変流器 7a の出力信号及び第 1 ハイパスフィルタ 17 の出力信号をそれぞれ第 1 増幅器 15 及び第 2 増幅器 19 で増幅し、最終的には合計で 1000 倍程度以上に増幅しているため、微小放電電荷量 (1 pC) 以下の部分放電でも高感度で検出できる。

【0065】

また、本絶縁劣化診断装置は、高圧から特別高圧の各種機器の絶縁性能評価・絶縁診断・絶縁監視に適用できる。また、本絶縁劣化診断装置は、開発における特性評価試験、出荷時の製品検査、運転中機器の絶縁診断・監視に使用できる。また、機器の接地線に変流器 7a を取り付けて接地線電流を計測するので、機器の改造を必要とせずに測定できる。

【0066】

また、本絶縁劣化診断装置の出力を、放電劣化が開始する前の部分放電のパターン、各種劣化部で発生する部分放電のパターン、放電劣化が進行しつつある施工不良欠陥部での部分放電のパターン、銅テープ破断時の放電パターン等と照合することにより、部分放電の発生要因を特定できる。

【実施例 2】

【0067】

次に、本発明の実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置を説明する。実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置は、本発明の電流検出器を、3 次巻線を備えた変流器と打消増幅器とから構成したものである。

【0068】

即ち、上述した実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置では、本発明の電流検出器として、商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有する変流器 7a が使用されているが、これと同等の機能を、現在一般的に使用されている変流器を用いて実現するものである。

【0069】

現在の変流器を用いて実施例 1 のような絶縁劣化診断装置を構成した場合、接地線 5 に比較的大きな電流が流れると、変流器のコアや増幅器が飽和してしまう。このため、接地線 5 に流れる部分放電に基づく放電電流も飽和してしまうため、後段の第 1 ハイパスフイ

ルタ 17、ローパスフィルタ 20 及び第 2 ハイパスフィルタ 21 を用いて信号処理を行っても放電電流を良好に検出することができない。

【0070】

そこで、実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置では、商用周波数から 10 kHz 程度までの低周波数成分を変流器の出力段階で除去するフィルタ機能を変流器に持たせることにより、変流器のコアや増幅器を飽和させずに、接地線に流れる部分放電電流を正確に検出したことを特徴とする。

【0071】

図 7 は本発明の実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置の構成を示す図である。この絶縁劣化診断装置は、実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置（図 1 参照）における変流器 7a の代わりに、コア 8 に巻回された出力巻線 9a の他に更に 3 次巻線 9b を備えた変流器 7b を使用し、更に、打消増幅器 25 が追加されて構成されている。変流器 7b は、例えばパーマロイコアに出力巻線（2 次巻線）9a が 200 ターン巻回され、出力巻線 9a の両端には 2 次巻線負荷抵抗 14（例えば 200 Ω）が接続されている。

【0072】

なお、図 7 に示すその他の構成は、図 1 に示した実施例 1 の構成と同一であり、同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0073】

この絶縁劣化診断装置において、変流器 7b は、接地線 5 がコア 8 に挿通し出力巻線 9a と 3 次巻線 9b とがコア 8 に巻回されており、出力巻線 9a から接地線電流を検出する。第 1 増幅器 15 は、変流器 7b の出力巻線 9a により検出された接地線電流に基づく電流信号を略 10 倍に増幅する。打消増幅器 25 は、第 1 増幅器 15 からの電流信号を増幅して出力巻線 9a の出力の低周波数成分を打ち消すように増幅された電流信号を 3 次巻線 9b に出力する。

【0074】

以上の構成により、3 次巻線 9b と打消増幅器 25 とで低周波成分を除去するハイパスフィルタ機能が実現されている。3 次巻線 9b 及び打消増幅器 25 により形成されるハイパスフィルタの遮断周波数は、商用周波数～10 kHz である。

【0075】

次に、このように構成された実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置の動作を説明する。接地線 5 に比較的大きな電流が流れると、出力巻線 9a に電圧が発生するとともに、3 次巻線 9b にも電圧が発生する。

【0076】

そして、変流器 7b により検出された接地線電流に基づく電流信号は第 1 増幅器 15 で増幅される。この第 1 増幅器 15 で増幅された電流信号は、打消増幅器 25 で更に増幅されて 3 次巻線 9b に供給される。これにより、3 次巻線 9b が出力巻線 9a の出力の商用周波数～10 kHz の低周波数成分を打ち消すように動作する。

【0077】

このように構成される変流器 7b は、図 2 の特性線 T2 にその周波数特性を示すように、商用周波数において -60 dB 以下に減衰し、且つスロープ特性が -6 dB/oct 以下である周波数特性を有するハイパスフィルタとして機能する。

【0078】

図 8 は実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置の第 1 段フィルタの周波数特性 T11、実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置の第 1 段フィルタの周波数特性 T12、並びに実施例 1 及び実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置の第 2 段フィルタの周波数特性 T13 を示す。図 8 からわかるように、周波数特性 T11 と周波数特性 T12 とは略同様の特性を示している。

【0079】

以上説明したように、実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置によれば、商用周波数～10 kHz 以下の低周波数成分を除去する機能を、現在の変流器に 3 次巻線 9b を巻回した変流器 7b と 3 次巻線 9b に信号を供給する打消増幅器 25 とで構成したので、現在の変流器

を用いて、実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置と同等の機能を実現することができる。

【実施例 3】

【0080】

次に、本発明の実施例 3 に係る絶縁劣化診断装置を説明する。実施例 3 に係る絶縁劣化診断装置は、複数の変流器を用いて部分放電が発生したケーブルを特定するように構成したことを特徴とする。

【0081】

実施例 3 に係る絶縁劣化診断装置の構成は、複数の変流器を備えている点を除いて実施例 1 又は実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置の構成と同じであり、放電判定部 30 で実行される処理が異なる。

【0082】

実施例 3 に係る絶縁劣化診断装置では、図 9 に示すように、少なくとも 3 本のケーブル 1a, 1b 及び 1c が用いられ、各ケーブル 1a, 1b 及び 1c の接地線 5 は、共通に接地されるとともに、接地線 5 の各々には変流器 7 が取り付けられる。変流器 7 の後段は、図示していないが、実施例 1 (図 1 参照) 又は実施例 2 (図 7 参照) で説明した絶縁劣化診断装置が接続される。このため、放電判定部 30 は、3 台の絶縁劣化診断装置に対応して 3 つ設けられる。

【0083】

今、ケーブル 1a で部分放電が発生したとすると、ケーブル 1a における放電電流は矢印 A の方向に流れる。この場合、各ケーブル 1a ~ 1c の接地線 5 は共通に接地されているので、ケーブル 1b 及びケーブル 1c における放電電流は、略同じタイミングで、矢印 A とは逆方向の矢印 B 及び C の方向にそれぞれ流れる。

【0084】

各絶縁劣化診断装置に有する放電判定部からの信号をマイクロコンピュータ、パソコン、オシロスコープ (本発明の電流方向判定部に対応) 等に入力し、このオシロスコープは、入力した各信号が同じタイミングで発生していることを判断し、1 つの信号の位相が他の 2 つの信号の位相と逆になっている場合には、その位相が逆になっている信号が発生した変流器が接続されているケーブル (図 9 に示した例ではケーブル 1a) に部分放電が発生したものと判定する。なお、全ての信号の位相が同じである場合は、更に他のケーブルで部分放電が発生したものと判定される。

【0085】

以上説明したように、本発明の実施例 3 に係る絶縁劣化診断装置によれば、部分放電が発生したケーブルを容易に特定することができる。

【0086】

なお、上述した実施例 1 ~ 実施例 3 では、絶縁劣化診断装置は、ケーブル 1 の接地線 5 に流れる電流を変流器で検出するように構成したが、ケーブル 1 自体に流れる電流を変流器で検出するように構成できる。この場合も、上述した実施例 1 ~ 実施例 3 と同様の作用及び効果が得られる。

【実施例 4】

【0087】

次に、本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置を説明する。実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置は、ケーブル上に発生するノイズを除去、厳密に言えば低減した後に部分放電を測定するように構成したことを特徴とする。

【0088】

図 12 に示すように、複数のケーブル 1a, 1b 及び 1c の終端部の外周上の銅テープ等といった遮蔽層の一端に接続された接地線 5a, 5b 及び 5c が共通の接地母線に接続されている場合、ある箇所から接地母線を介してノイズが到来すると、接地線 5a, 5b 及び 5c の全てに略同様の波形形状を有するノイズ電流が図示矢印で示すように同じ方向に流れる。

【0089】

図 13 はある工場内に布設されたケーブル 1 a、1 b 及び 1 c を実際に計測して得られたノイズ電流の波形形状を示す。図 13 を参照すると、ケーブル 1 a、1 b 及び 1 c に波形形状及び位相が略同様のノイズ電流が流れていることがわかる。

【0090】

以下では、ケーブル 1 a が測定対象であり、ケーブル 1 b がノイズ信号取り込み用として使用される場合について説明する。

【0091】

図 14 は本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置の構成を示す図である。この絶縁劣化診断装置は、第 1 絶縁劣化診断部 A、第 2 絶縁劣化診断部 B、ノイズ除去部 40、第 2 放電判定部 50 及び最終放電判定部 60 から構成されている。

【0092】

第 1 絶縁劣化診断部 A は、測定対象であるケーブル 1 a に接続される。第 1 絶縁劣化診断部 A の構成及び動作は、上述した実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置のそれらと同じである。

【0093】

第 2 絶縁劣化診断部 B は、ノイズ信号取り込み用のケーブル 1 b に接続される。第 2 絶縁劣化診断部 B は、上述した実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置から放電判定部 30 が除去されて構成されている。第 2 絶縁劣化診断部 B の動作は、実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置から放電判定部 30 を除いた部分の動作と同じである。この第 2 絶縁劣化診断部 B の変流器 7 a は本発明の第 2 電流検出器に対応し、第 1 ハイパスフィルタ 17 は本発明の第 3 ハイパスフィルタに対応し、増幅器 19 は本発明の第 2 増幅器に対応し、第 2 ハイパスフィルタ 21 は本発明の第 4 ハイパスフィルタに対応する。

【0094】

ノイズ除去部 40 は、第 1 検波部 41、第 2 検波部 42、極性変換部 43、アンプ 44 及び合成部 45 から構成されている。

【0095】

第 1 検波部 41 は、第 1 絶縁劣化診断部 A の第 2 ハイパスフィルタ 21 から出力される信号（点 TP 2 における信号）を包絡線検波する。具体的には、第 1 検波部 41 は、まず、図 15（a）に示すような波形の電流信号を入力して全波整流を行い、図 15（b）に示すような全波整流信号を得る。そして、この全波整流信号を平滑化して、図 15（c）に示すような波形を有する第 1 検波信号を出力する。この第 1 検波部 41 で包絡線検波することにより得られた第 1 検波信号は合成部 45 に送られる。

【0096】

第 2 検波部 42 は、第 2 絶縁劣化診断部 B の第 2 ハイパスフィルタ 21 から出力される信号（点 TP 2 における信号）を包絡線検波する。この第 2 検波部 42 における包絡線検波の動作は、第 1 検波部 41 における動作と同じである。この第 2 検波部 42 で包絡線検波することにより得られた第 2 検波信号は極性変換部 43 に送られる。

【0097】

極性変換部 43 は、第 2 検波部 42 から送られてくる第 2 検波信号の極性を反転し、反転信号としてアンプ 44 に送る。

【0098】

アンプ 44 は、極性変換部 43 から送られてくる反転信号を、該反転信号のレベルが、第 1 検波部 41 から出力される第 1 検波信号のレベルと略同じになるように増幅する。アンプ 44 で反転信号を増幅することにより得られた信号は、反転検波信号として合成部 45 に送られる。また、アンプ 44 を省略し、アンプ 19 により第 1 検波信号のレベルと略同じになるように増幅することもできる。

【0099】

合成部 45 は、第 1 検波部 41 から送られてくる第 1 検波信号と、アンプ 44 から送られてくる反転検波信号とを例えば加算することにより合成する。合成部 45 で合成することにより得られた合成信号は、第 2 放電判定部 50 に送られる。合成部 45 から出力され

る合成信号の波形を実測したので、以下に示す。

【0100】

図16はケーブル1aに部分放電が発生していない状態において、合成部45の出力を実測して得られた波形を示している。図16(a)はケーブル1aに流れるノイズ電流信号の波形であり、図16(b)は合成部45から出力される合成信号の波形である。図16を参照すると、合成部45からは、ノイズの有無に拘わらず、略フラットな合成信号が出力されていることがわかる。

【0101】

図17はケーブル1aに部分放電が発生している状態において、合成部45の出力を実測して得られた波形を示している。図17(a)はケーブル1aに流れるノイズ電流信号に部分放電電流信号が重畳された波形であり、図17(b)は合成部45から出力される合成出力の波形である。図17を参照すると、合成部45からは、部分放電電流が発生している部分で比較的大きなピークPを有し、それ以外の部分ではノイズの有無に拘わらず略フラットな合成信号が出力されていることがわかる。

【0102】

第2放電判定部50は、合成部45から送られてくる合成信号に基づいてケーブル1aにおける部分放電の有無を判定する放電判定処理を実行する。まず、第2放電判定部50は、合成部45から送られてくるアナログの合成信号を、例えば0.1 μ s~0.2 μ sでサンプリングしてデジタル信号に変換する。そして、サンプリングにより得られたデジタル信号に対して放電判定処理を実行する。放電判定処理では、合成部45からの合成信号のピーク値が所定値以上であるかどうかを判定し、所定値以上である場合に、ケーブル1aに部分放電が発生した旨が認識され、その旨が外部に最終放電判定部60に出力される。

【0103】

最終放電判定部60は、第1絶縁劣化診断部Aの放電判定部30からの判定結果及び第2放電判定部50からの判定結果の両方が部分放電が発生したと判定した場合に、ケーブル1aに部分放電が発生した旨を認識し、その旨を外部に出力する。

【0104】

このように実施例4に係る絶縁劣化診断装置によれば、第1絶縁劣化診断部A(実施例1に係る絶縁劣化診断装置と同じ)による判定結果に加え、ノイズ除去部40によりノイズを除去しつつ部分放電に起因する波形のみを抽出して部分放電の有無を判定し、この判定結果をも加味して最終的に測定対象のケーブル1aに部分放電が発生したかどうかを判定するようにしたので、ケーブル1aにおける部分放電の有無の判定確度を向上させることができる。

【0105】

なお、上述した実施例4に係る絶縁劣化診断装置では、第1絶縁劣化診断部Aの放電判定部30の判定結果と第2放電判定部50の判定結果の両方が部分放電が発生したと判定した場合に、部分放電が発生した旨を判定するように構成したが、簡易的には、第2放電判定部50の判定結果のみで部分放電が発生した旨を判定するように構成することができる。

【0106】

また、実施例4に係る絶縁劣化診断装置のノイズ除去部40は、図18に示すように、第1検波部41と合成部45との間にハイパスフィルタ(HPF)46を設け、第2検波部42と極性変換部43との間にハイパスフィルタ(HPF)47を設けるように変形できる。これらのハイパスフィルタ46及びハイパスフィルタ47のカットオフ周波数は、図15(c)に示すような検波信号にピーク部として出現するノイズを通過させ得るような値に設定される。

【0107】

この構成によれば、第1検波部41から出力される第1検波信号及び第2検波部42から出力される第2検波信号に含まれる低周波成分を除去することができるので、第1検波

部 4 1 から出力される第 1 検波信号及び第 2 検波部 4 2 から出力される第 2 検波信号に出現するピーク部以外の部分はフラットになるので、合成部 4 5 で合成した際に、低周波成分に起因して合成信号中に発生する波形の凹凸を打ち消すことができる。その結果、部分放電に基づく信号をより確実に検出することができる。

【0108】

また、実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置のノイズ除去部 4 0 は、図 19 に示すように、極性変換部 4 3、アンプ 4 4 及び合成部 4 5 の代わりに減算回路 4 8 を設けるように変形できる。この場合、減算回路 4 8 は、第 1 検波部 4 1 から出力される第 1 検波信号と第 2 検波部 4 2 から出力される第 2 検波信号との差を算出し、合成信号として第 2 放電判定部 5 0 に送る。その他の動作は、上述した実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置の動作と同じである。

【0109】

この構成によれば、ノイズ除去部 4 0 を構成する部品の点数を減らすことができるので、絶縁劣化診断装置を簡単且つ安価に構成できる。

【0110】

また、実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置では、ケーブル 1 a 及びケーブル 1 b といった 2 本の単心ケーブルを用いて絶縁劣化診断を行う例について説明したが、本発明の絶縁劣化診断装置は、3 心や 4 心といった多心を絶縁体で被覆した多心ケーブル、3 個の単心ケーブルが撚られたトリプレックス型ケーブル等といった種々のケーブルの絶縁劣化診断を行うために使用できる。

【産業上の利用可能性】

【0111】

本発明の絶縁劣化診断装置は、高圧から特別高圧の各種機器のケーブルの絶縁性能評価・絶縁診断・絶縁監視に適用できる。また、絶縁劣化診断装置は、開発における特性評価試験、出荷時の製品検査、運転中機器の絶縁診断・監視に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図 1】 本発明の実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置の構成を示す図である。

【図 2】 本発明の実施例 1 及び実施例 2 に係る電流検出器の周波数特性を示す図である。

【図 3】 本発明の実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置における第 1 段フィルタの周波数特性を示す図である。

【図 4】 本発明の実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置における第 2 段フィルタの周波数特性を示す図である。

【図 5】 本発明の実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置における各部の波形を示す図である。

【図 6】 本発明の実施例 1 に係る絶縁劣化診断装置における部分放電の放電電流の波形とそれを周波数分析した周波数スペクトラムを示す図である。

【図 7】 本発明の実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置の構成を示す図である。

【図 8】 本発明の実施例 1 及び実施例 2 に係る絶縁劣化診断装置における第 1 段フィルタの周波数特性を比較して示す図である。

【図 9】 本発明の実施例 3 に係る絶縁劣化診断装置を説明するための図である。

【図 10】 従来の部分放電測定方法を説明するための図である。

【図 11】 従来の高圧機器の絶縁劣化診断方法を説明するための図である。

【図 12】 本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置において除去しようとするノイズ電流の発生状態を説明するための図である。

【図 13】 本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置において除去しようとするノイズ電流の実測波形を示す図である。

【図 14】 本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置の構成を示す図である。

【図 15】 本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置における第 1 検波部及び第 2 検

波部の動作を説明するための波形図である。

【図 16】本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置において、ケーブルに部分放電が発生していない状態における合成部の出力を実測して得られた波形図である。

【図 17】本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置において、ケーブルに部分放電が発生している状態における合成部の出力を実測して得られた波形図である。

【図 18】本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置の変形例の構成を示す図である。

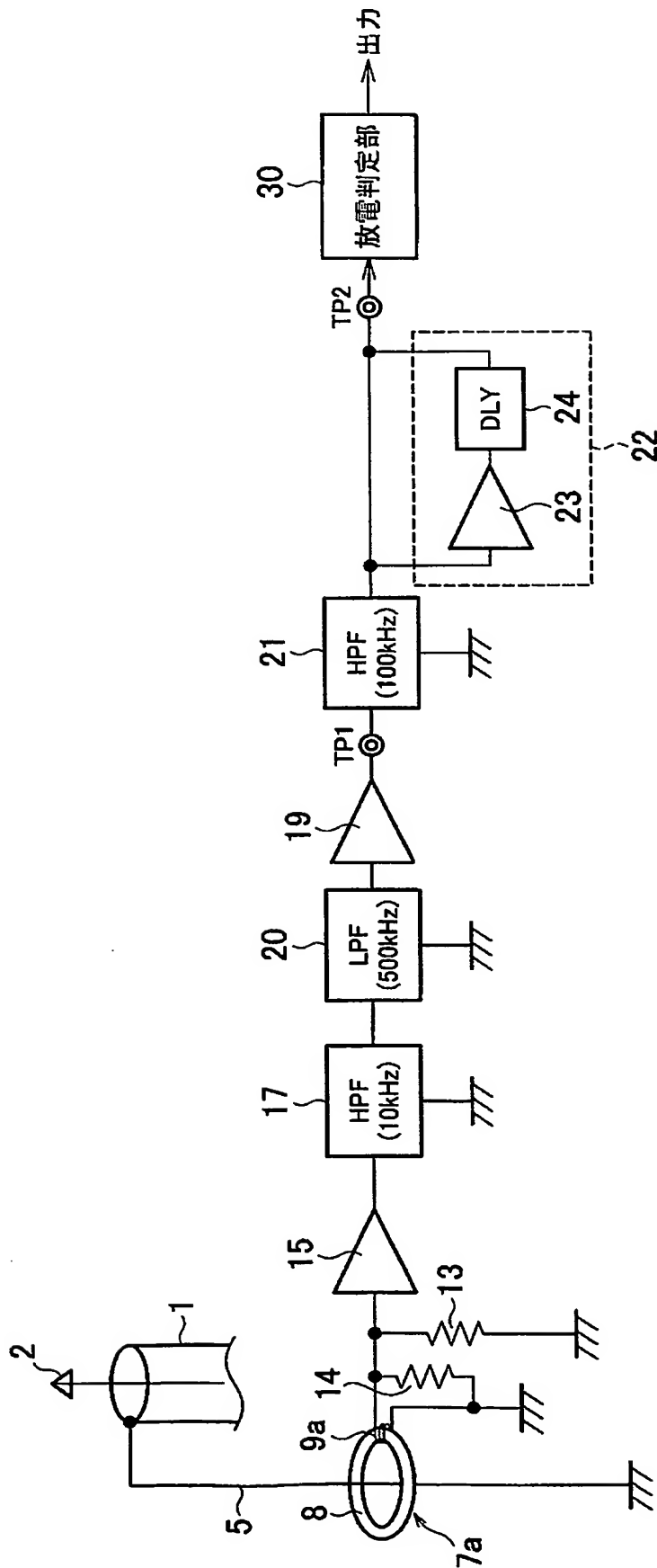
【図 19】本発明の実施例 4 に係る絶縁劣化診断装置の他の変形例の構成を示す図である。

【符号の説明】

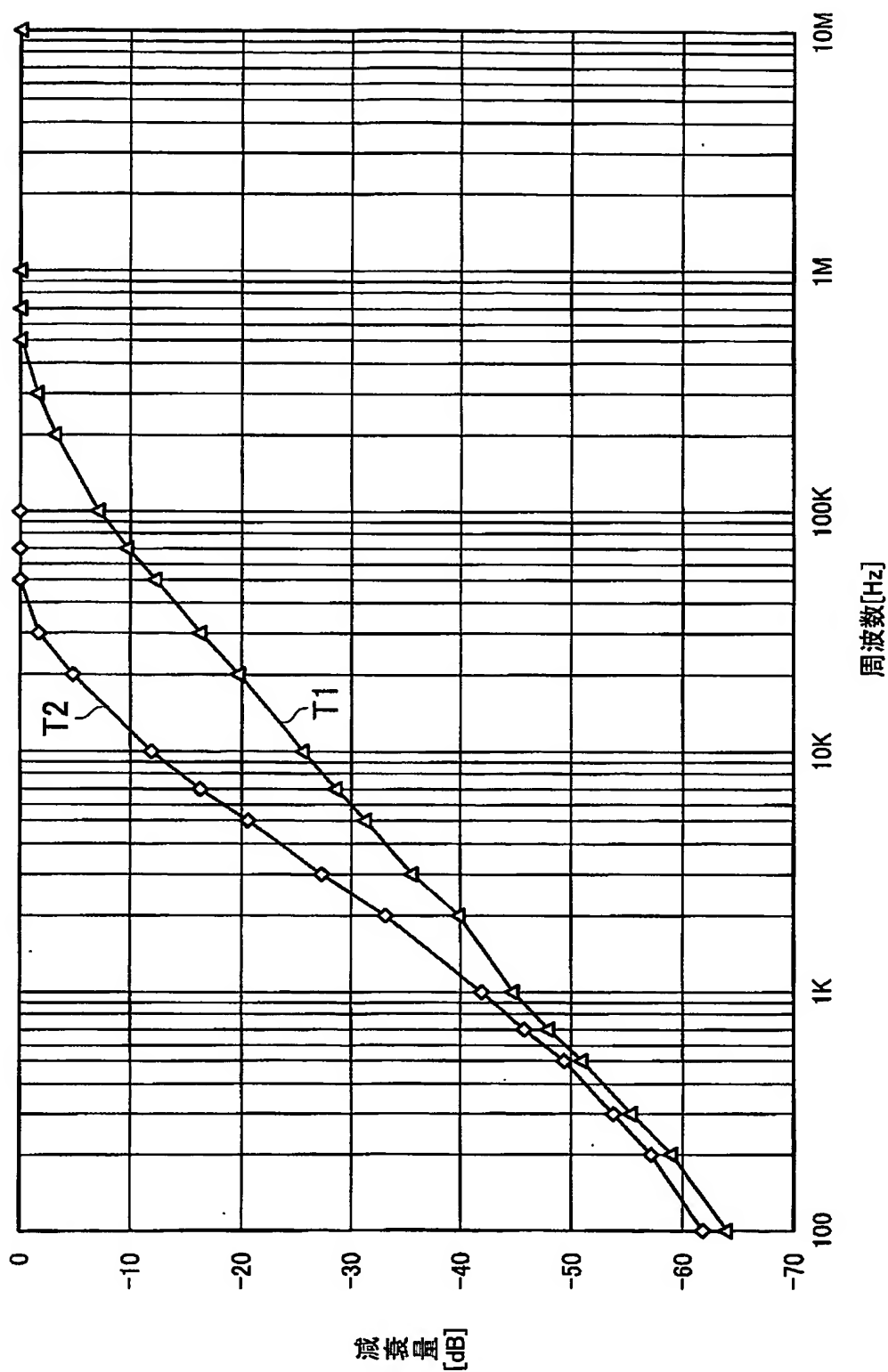
【0113】

- 1, 1a~1c ケーブル
- 2 終端接続部
- 5, 5a~5c 接地線
- 7a, 7b 変流器 (CT)
- 8 コア
- 9a 出力巻線
- 9b 3次巻線
- 13 抵抗
- 15 第1増幅器
- 17 第1ハイパスフィルタ
- 19 第2増幅器
- 20 ローパスフィルタ
- 21 第2ハイパスフィルタ
- 22 遅延回路
- 23 反転増幅器
- 24 遅延素子
- 25 打消増幅器
- 30 放電判定部
- 40 ノイズ除去部
- 41 第1検波部
- 42 第2検波部
- 43 極性変換部
- 44 アンプ
- 45 合成部
- 46, 47 ハイパスフィルタ
- 48 減算回路
- 50 第2放電判定部
- 60 最終放電判定部
- A 第1絶縁劣化診断部
- B 第2絶縁劣化診断部

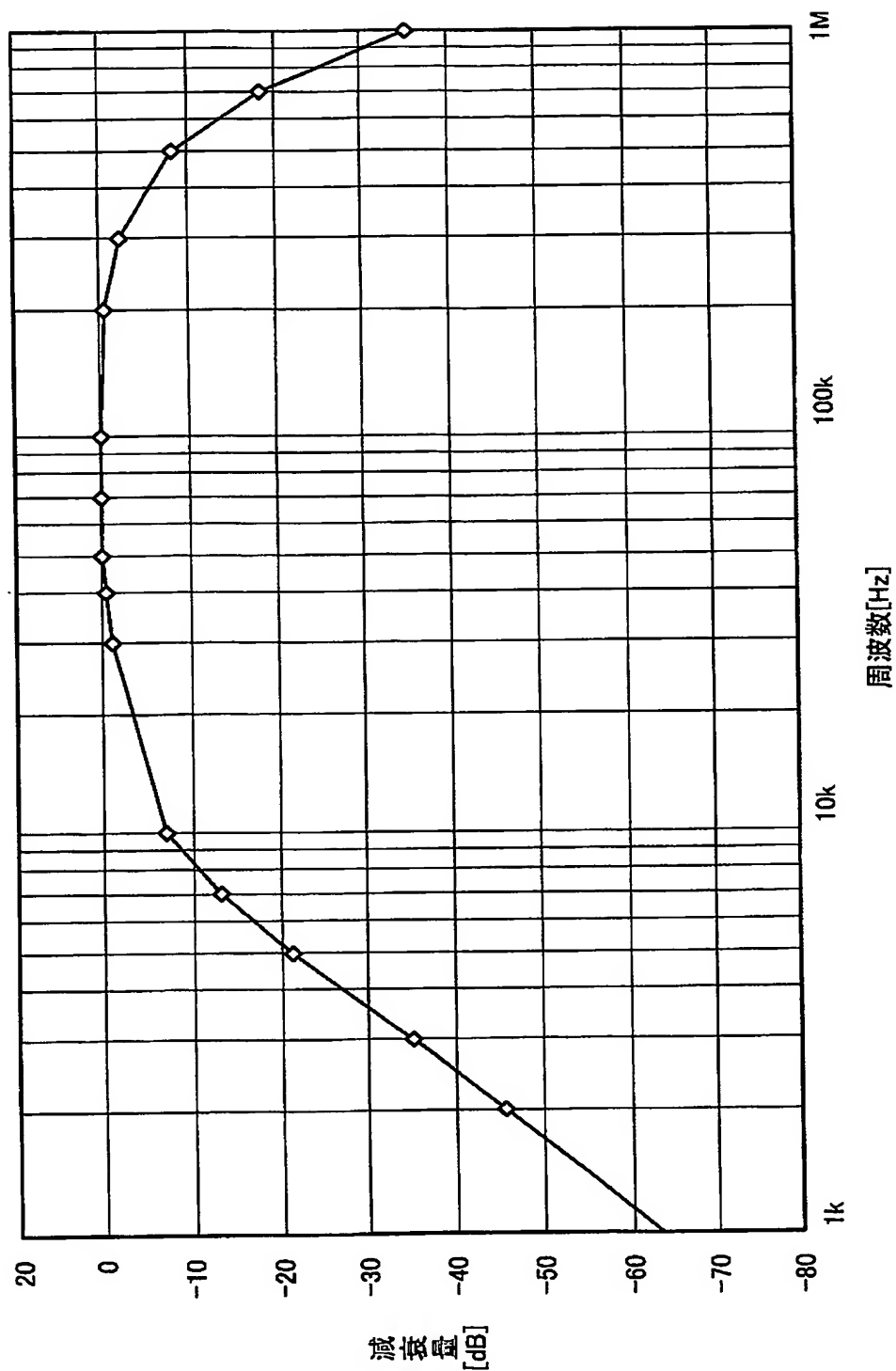
【書類名】 図面
【図 1】



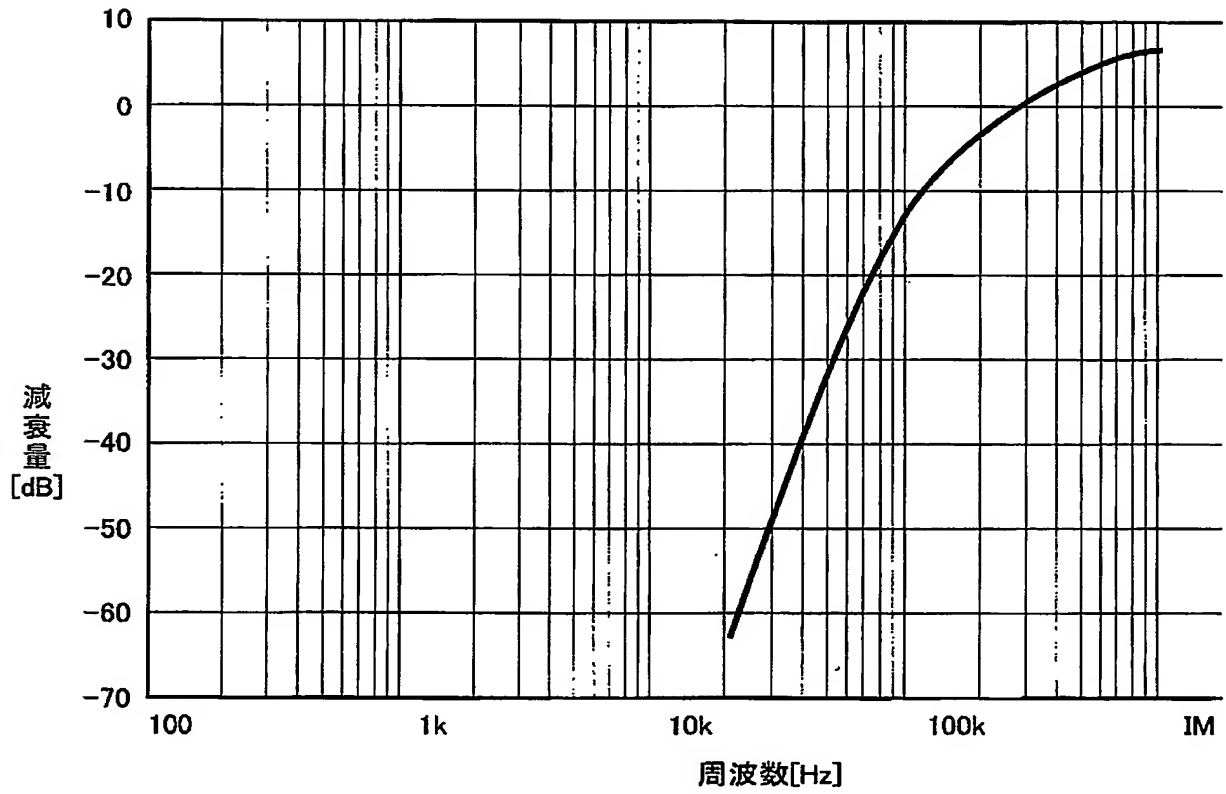
【図 2】



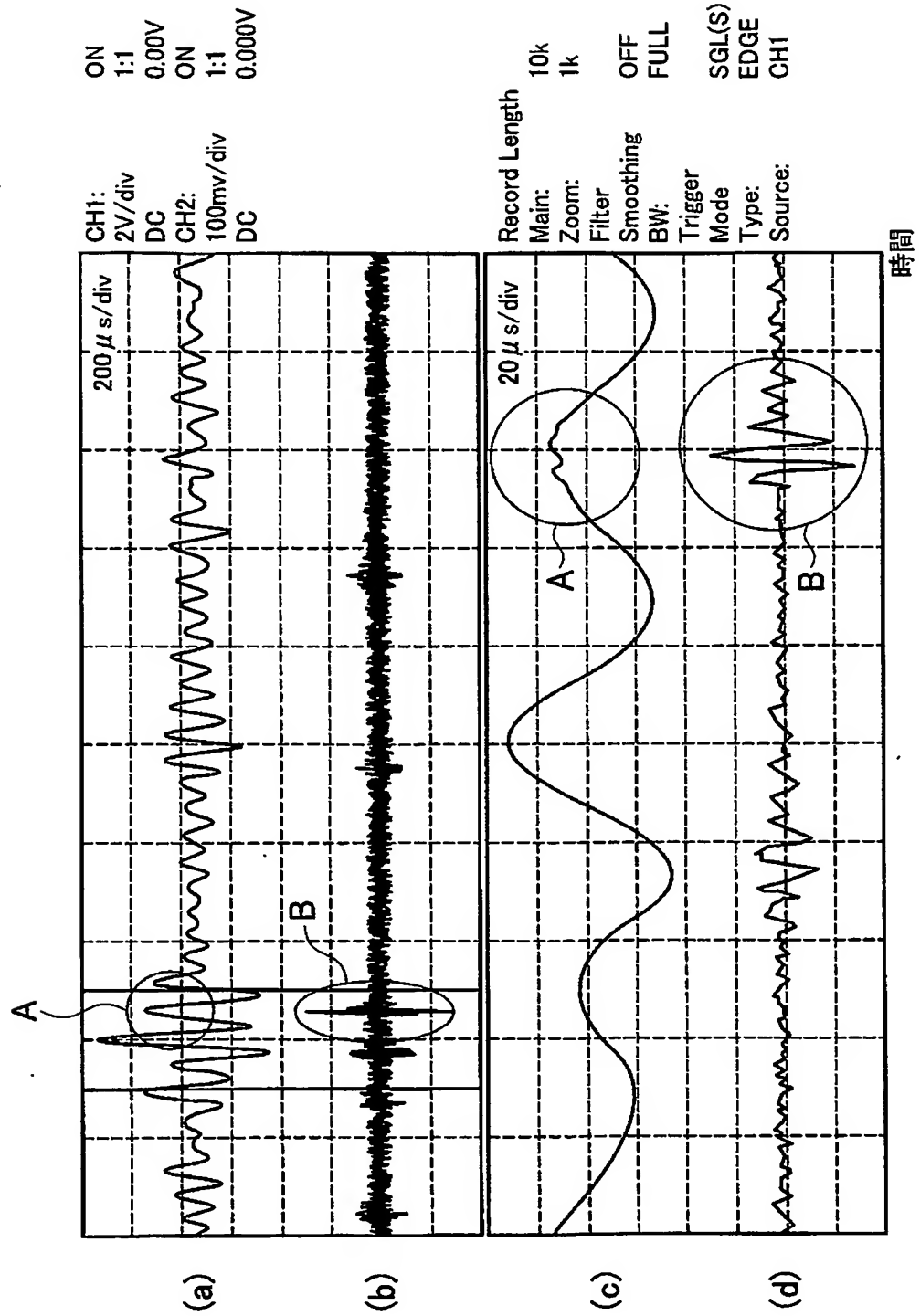
【図 3】



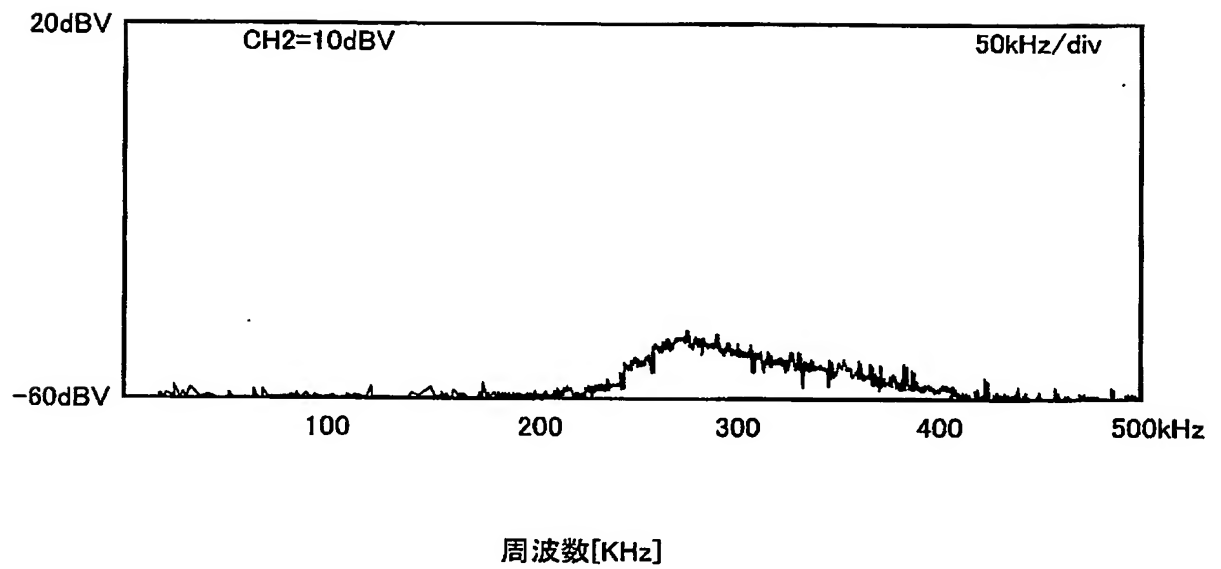
【図 4】



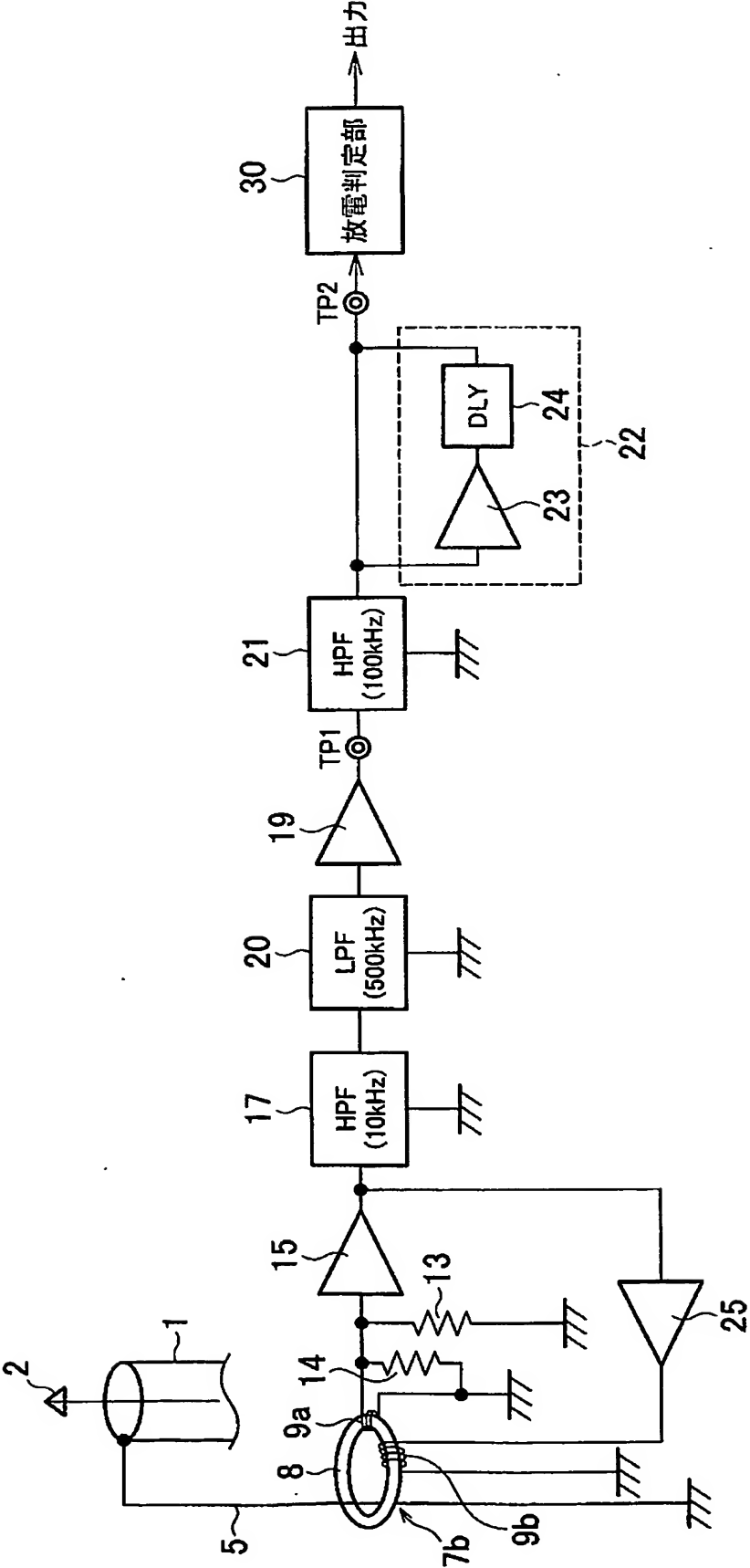
【図 5】



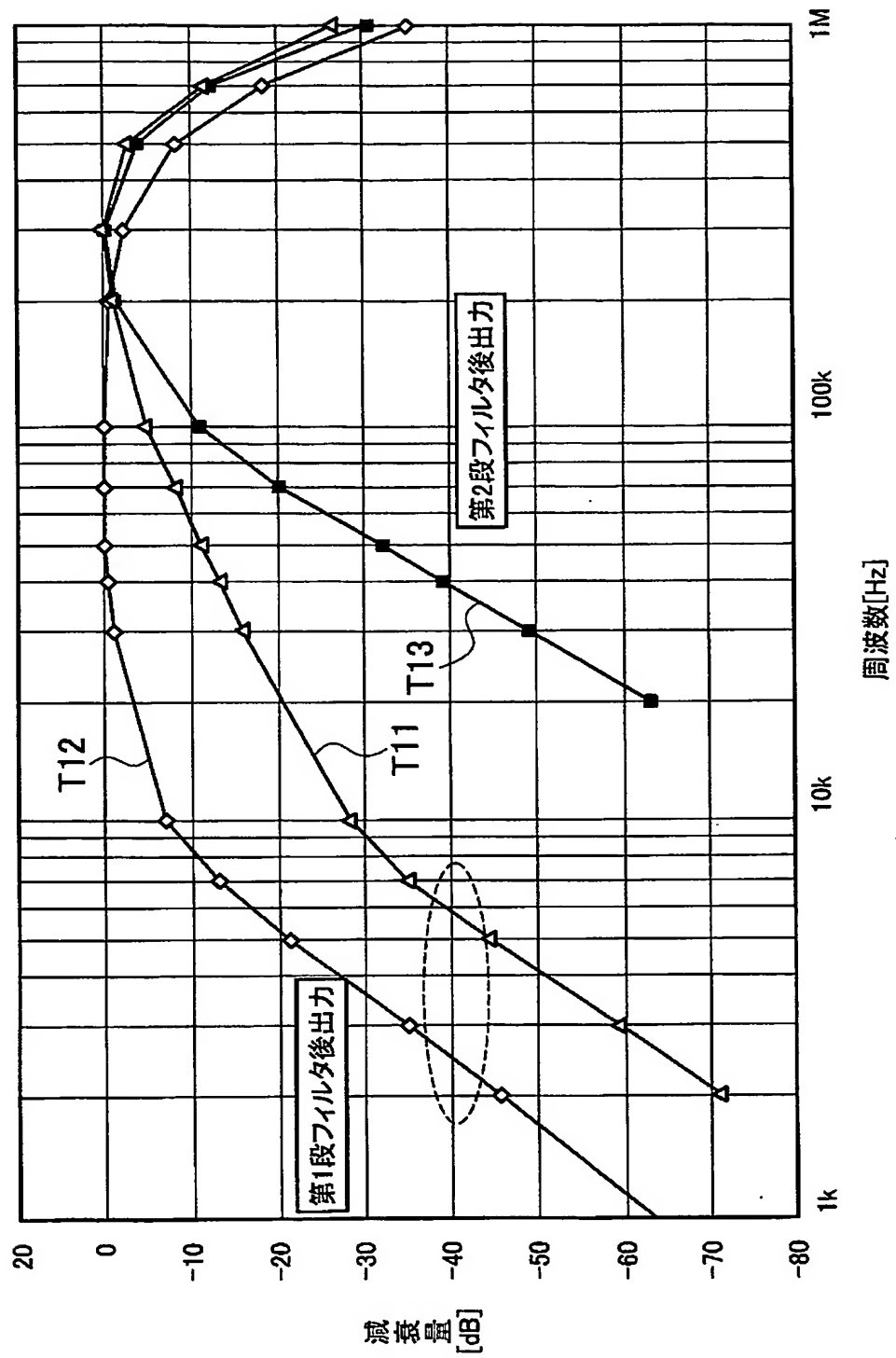
【図 6】



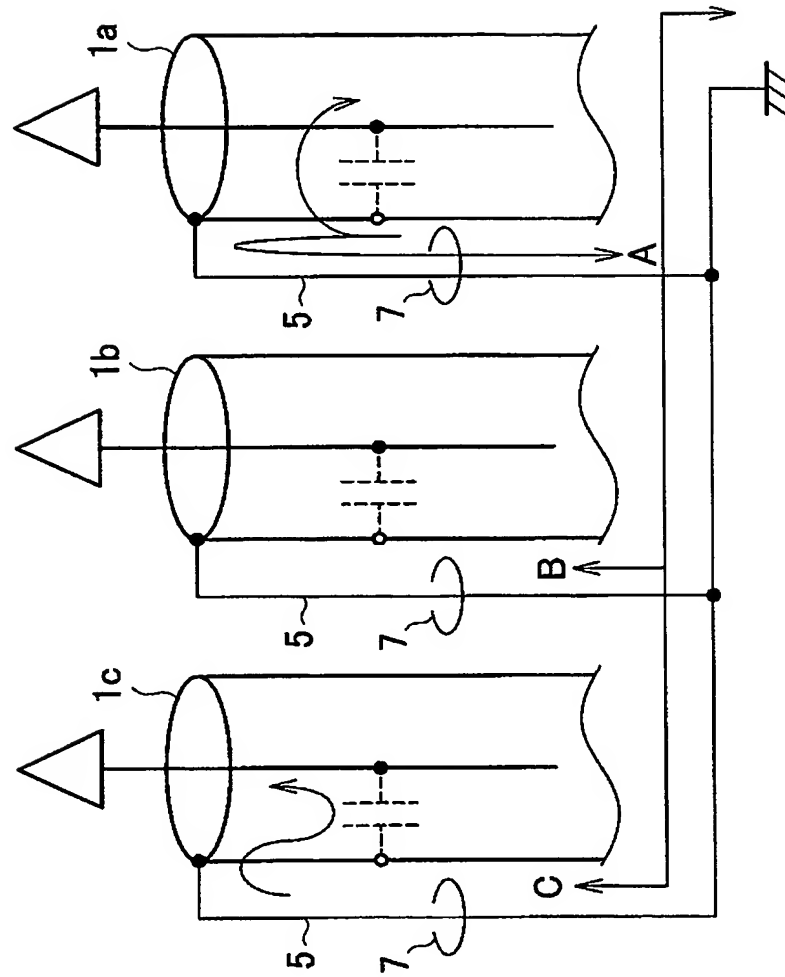
【図7】



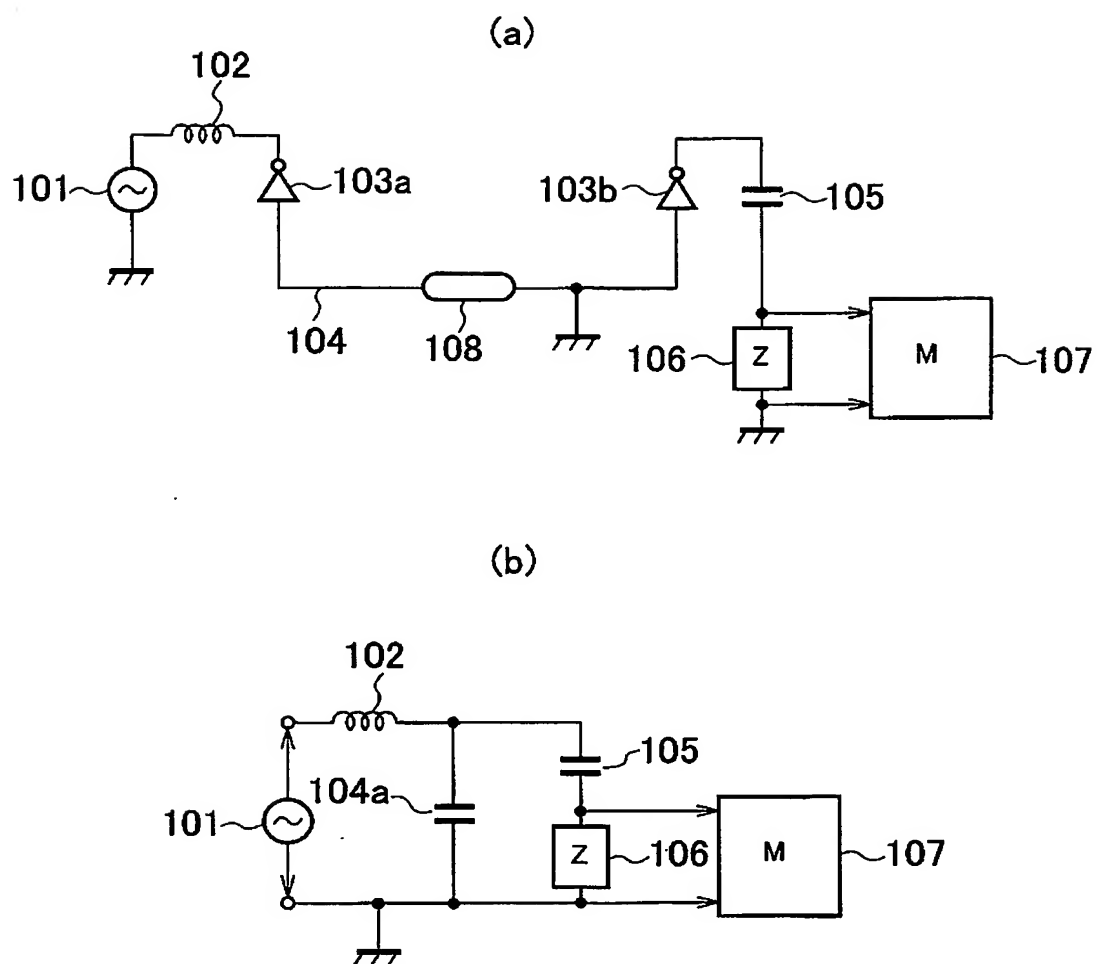
【図 8】



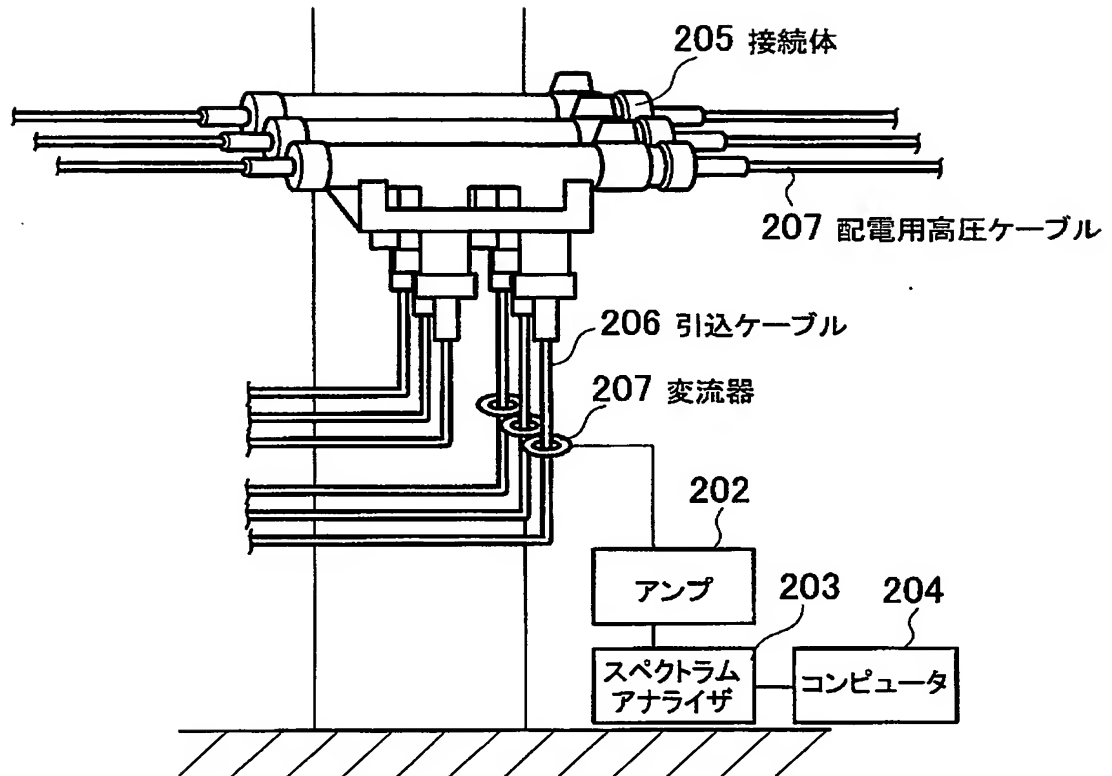
【図 9】



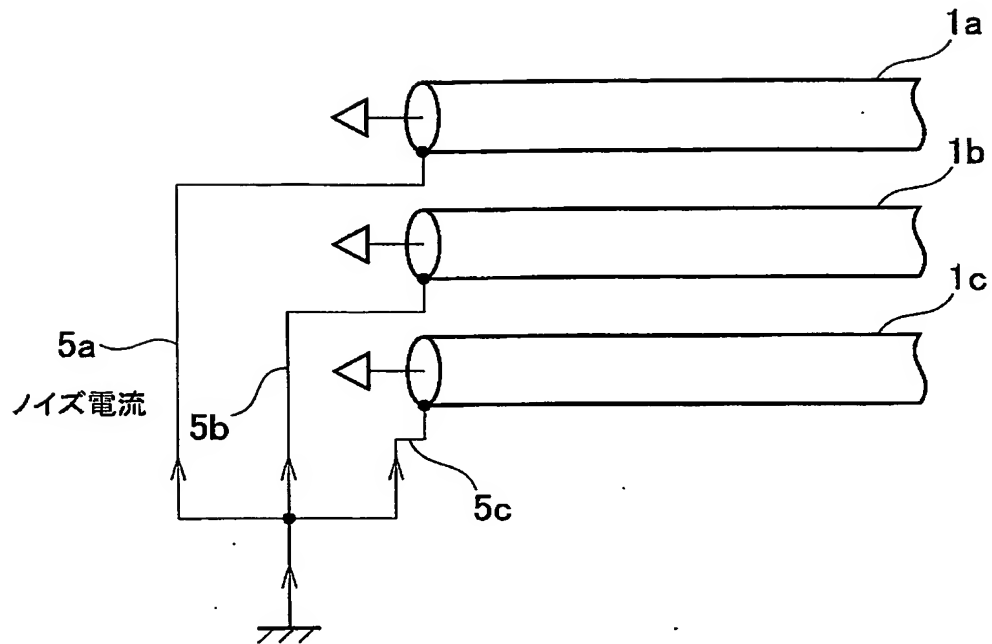
【図 10】



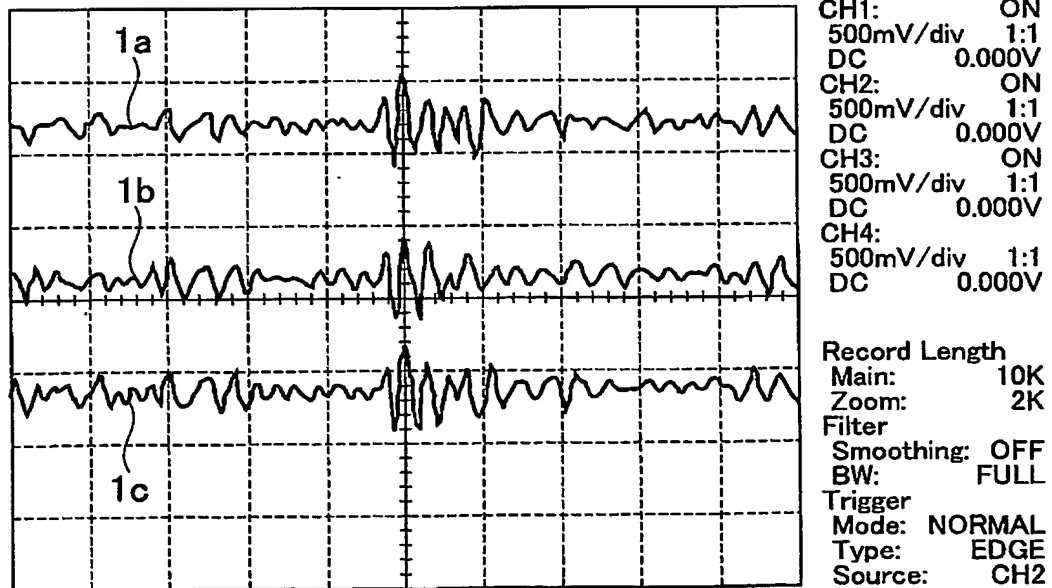
【図 11】



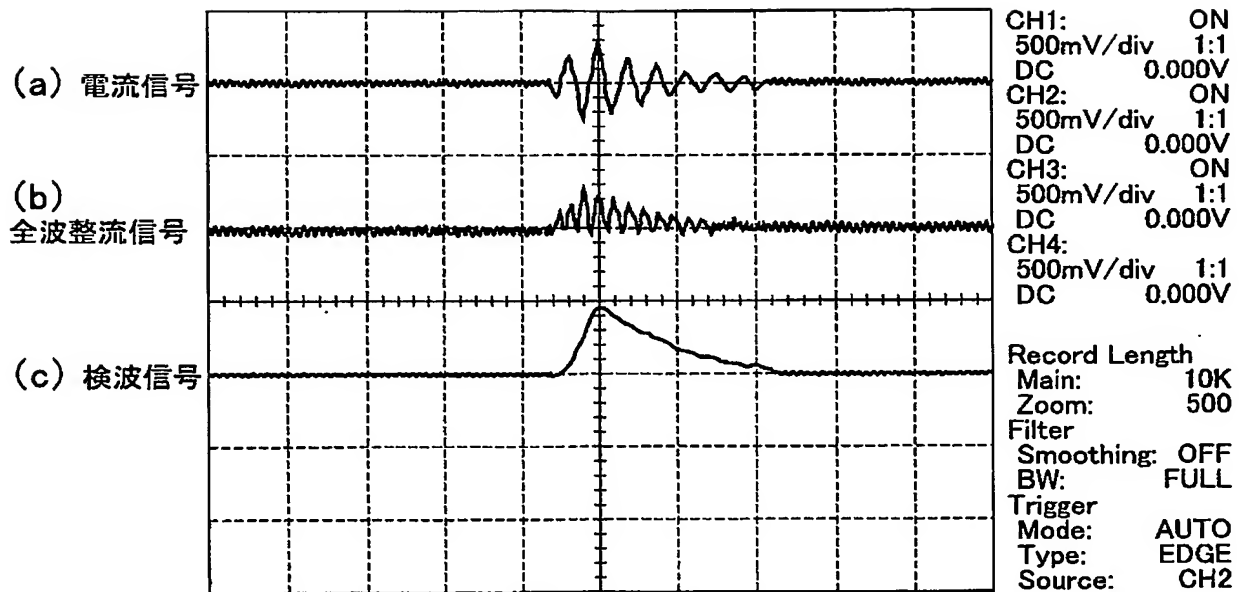
【図12】



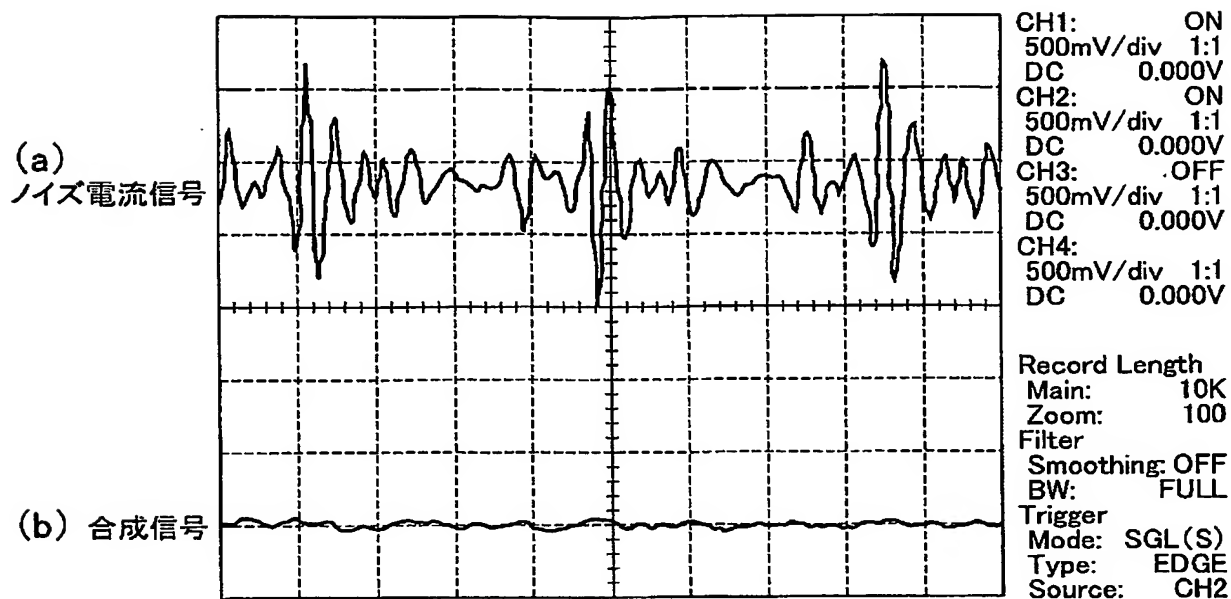
【図13】



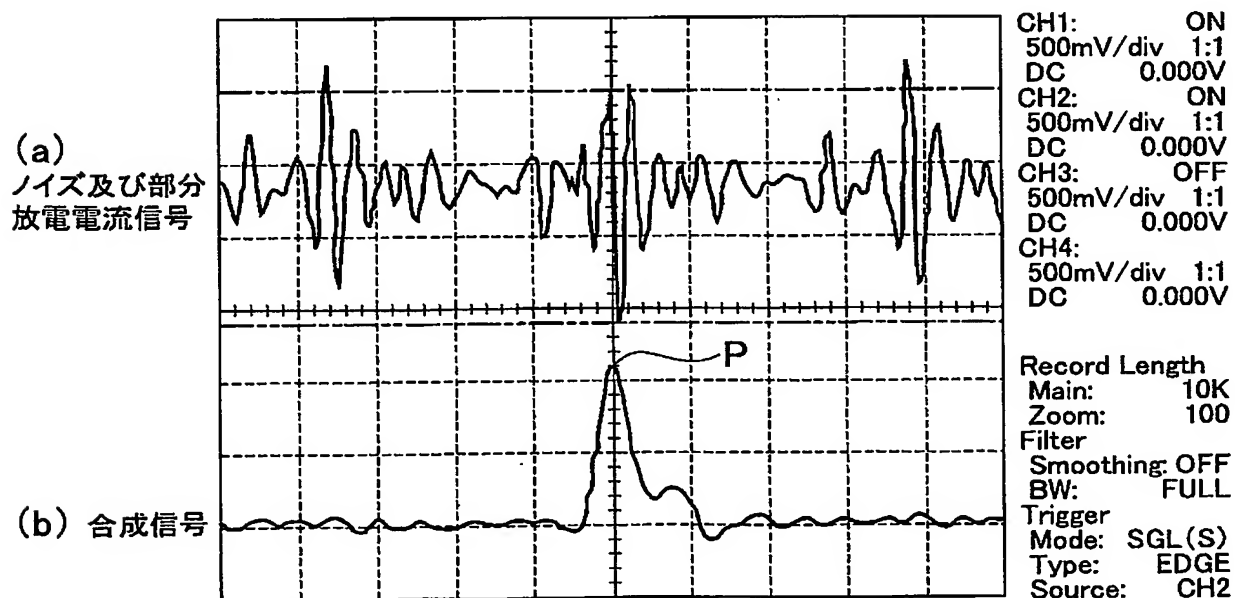
【図 15】



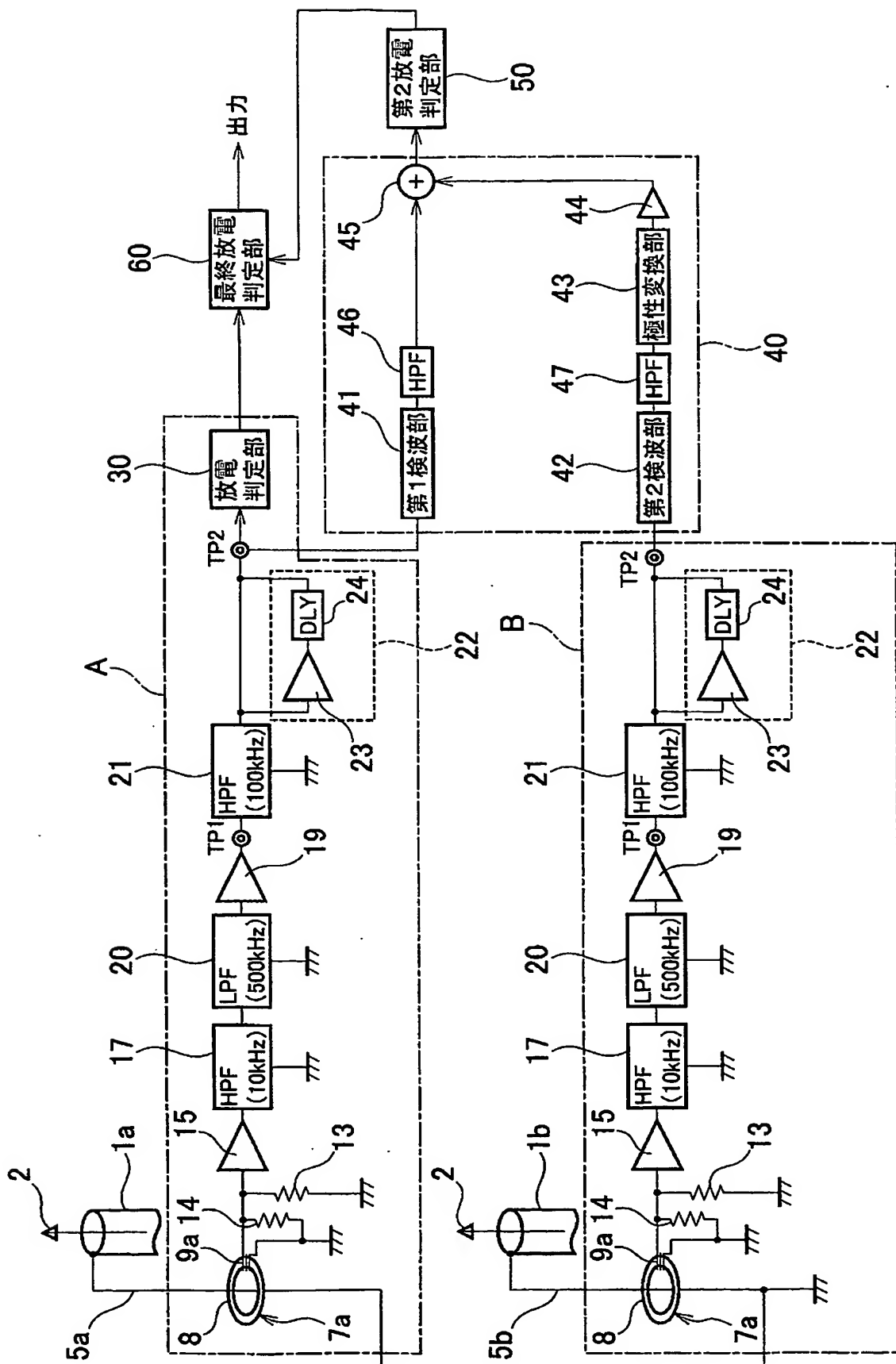
【図16】



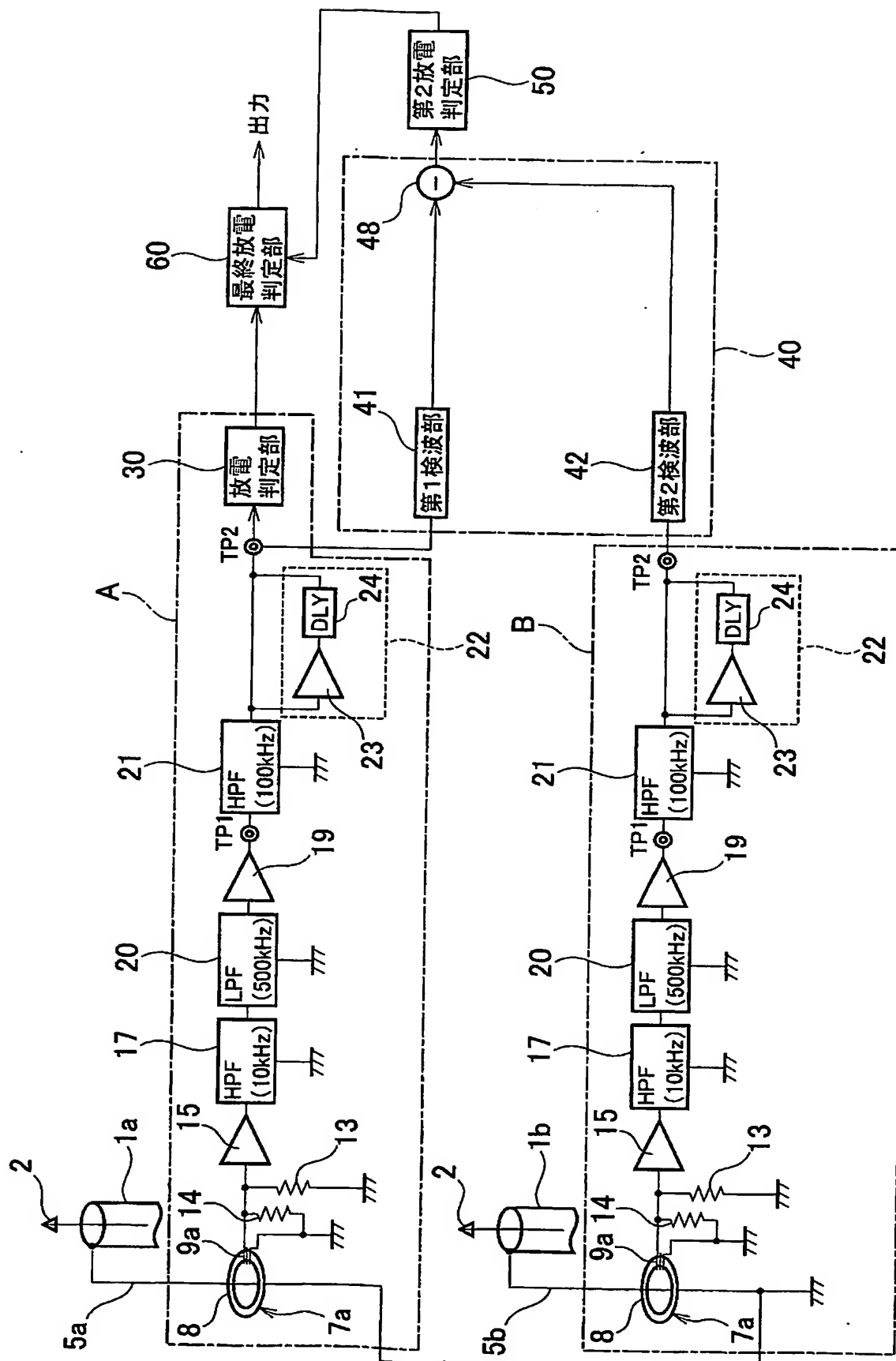
【図17】



【図 18】



【図19】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】簡単な構成で且つ安価で精度良く活線状態における高圧機器の部分放電を測定できる絶縁劣化診断装置を提供する。

【解決手段】商用周波数において -60 dB 以下の減衰量が得られ且つスロープ特性が -5 dB/oct 以下である周波数特性のフィルタ機能を有し、被測定線1に流れる電流を検出する電流検出器7aと、検出された測定線電流に基づく電流信号から低周波成分を除去する第1ハイパスフィルタ17と、フィルタ17からの電流信号から高周波成分を除去するローパスフィルタ20と、フィルタ20からの電流信号を所定のレベルまで増幅する増幅器19と、増幅された電流信号から被測定線1で発生した部分放電による放電電流の周波数成分を抽出する第2ハイパスフィルタ21と、フィルタ21で抽出された電流信号に基づいて被測定線の部分放電の有無を判定する放電判定部30とを備える。

【選択図】図1

特願 2 0 0 4 - 0 4 8 1 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 8 6]

1. 変更年月日

1 9 9 2 年 1 0 月 2 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号

氏 名

株式会社フジクラ